

บทที่ 3

ขั้นตอนการทดสอบและวิธีการทดสอบ

3.1 ขั้นตอนการเตรียมดิน

- 1) นำตัวอย่างดินที่มีตากให้แห้งหรืออบที่อุณหภูมิไม่เกิน 140°F เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 2) นำตัวอย่างดินที่ตากแห้งแล้วมาร่อนด้วยตะแกรงเบอร์ 4 ให้ได้ปริมาณที่ต้องการ

3.2 การหาค่า Specific Gravity ของดินตัวอย่าง

3.2.1 เครื่องมือการทดลอง

- 1) ขวดแก้วพลาสติกแบนขนาดความจุ 500 ซม³
- 2) น้ำกลั่น
- 3) เตาแผ่นร้อน (Hot plate)
- 4) ตาชั่ง (Balance) ความละเอียด 0.01 กรัม
- 5) ตู้อบ
- 6) เครื่องมือวัดความชื้น
- 7)ปรอท (Mercury) ละเอียดถึง 0.1°C
- 8) ถาดระเหย
- 9) หลอดหยด (Dropper) หรือปิเปต

3.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

- 1) กวนตัวอย่างดินที่แห้งประมาณ 50 กรัม เข้ากับน้ำกลั่น โดยใช้เครื่องปั่น
- 2) เทส่วนผสมของน้ำกลั่นและตัวอย่างดินลงในแก้วฟลาซโดยระวังอย่าให้ระดับน้ำสูงเกินขีดที่คอกขวด
- 3) ไล่ฟองอากาศโดยต้มหรือใช้ปั๊มสุญญากาศจนฟองอากาศหมด แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงระดับคอกขวด จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง
- 4) หากระดับส่วนผสมของน้ำกลั่นและตัวอย่างดินในขวดแก้วฟลาซลดลงให้เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดที่คอกขวด แล้วนำไปชั่งและวัดอุณหภูมิของส่วนผสมภายในขวดแก้วฟลาซ
- 5) เทส่วนผสมของน้ำและตัวอย่างดินจากในขวดแก้วฟลาซลงสู่ถาดแล้วนำไปอบแห้งเพื่อหาน้ำหนักของดินตัวอย่างแห้ง



Flow chart ขั้นตอนการทดลอง Specific Gravity



รูปที่ 3.1 Flow chart ขั้นตอนการทดลอง Specific Gravity

3.3 การหาค่า Atterberg's Limit ของดินตัวอย่าง

3.3.1 เครื่องมือการทดลอง

- 1) อุปกรณ์ทดสอบ Liquid Limit (L.L.) และเครื่องมือบาก (Grooving Tool)
- 2) อุปกรณ์ทดสอบ Shrinkage Limit (S.L.) มีดังต่อไปนี้
 - a. ถ้วยเหล็ก (Dish)
 - b. แผ่นกระจกพร้อมขาเหล็ก(Prongs)
 - c.ปรอท(Mercury)
 - d. หลอดหยด
- 3) แผ่นแก้วขนาดใหญ่ใช้ทดสอบหาค่า Plastic Limit (P.L.)
- 4) น้ำกลั่น
- 5) ตาชั่ง (Balance)ความละเอียด 0.01 กรัม และ 0.1 กรัม
- 6) ตู้อบแห้ง (Oven)
- 7) ถ้วยแก้ว หรือ กระป๋องใส่ดินตัวอย่าง (Can)
- 8) มีดปาดดิน

3.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

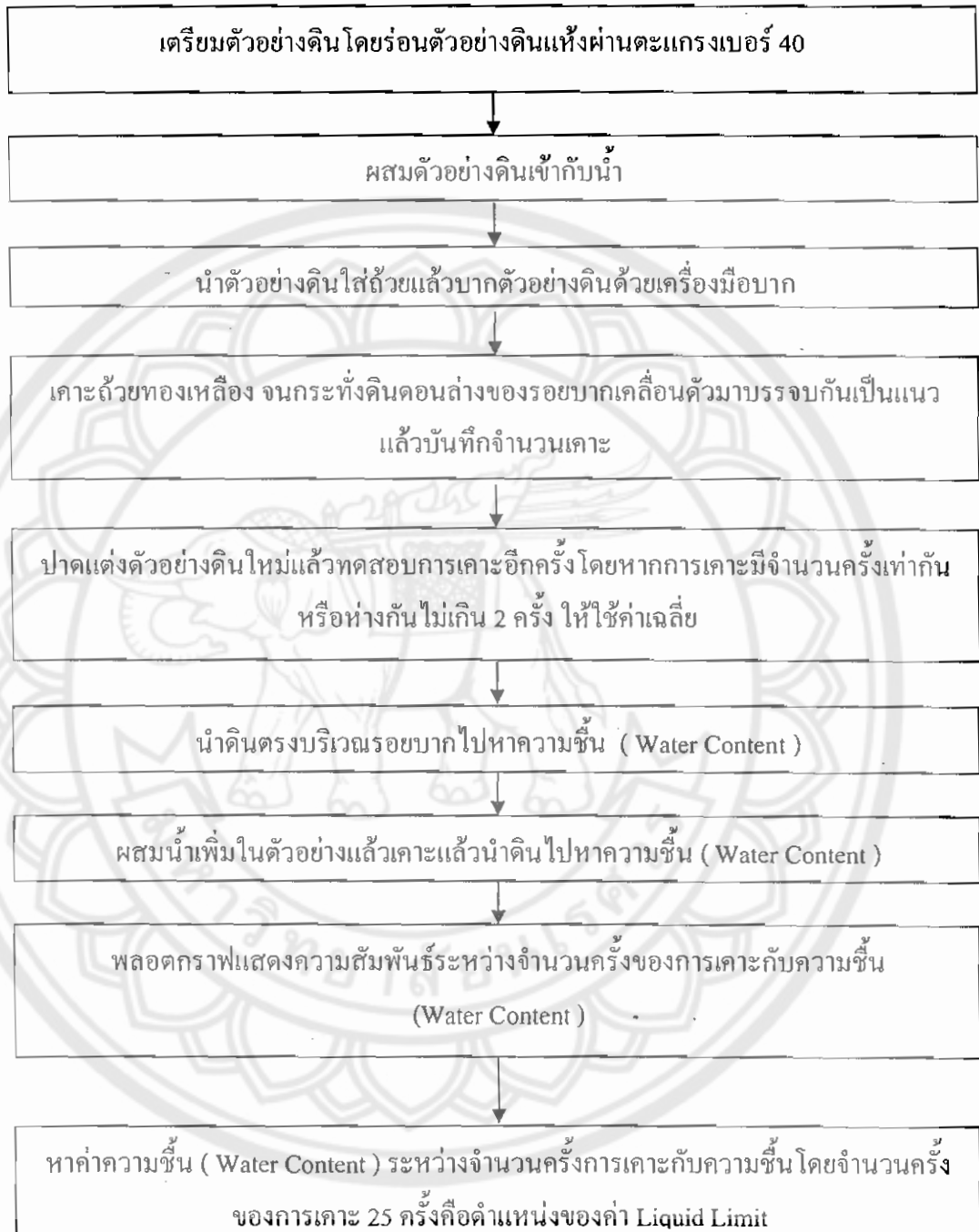
A. Liquid Limit

- 1) เตรียมตัวอย่างดิน โดยร่อนตัวอย่างดินแห้งผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ปริมาณ 200 กรัม โดยแบ่งตัวอย่างดินประมาณ 50 กรัม ไว้ทดสอบหา Shrinkage Limit (S.L.)
- 2) ผสมตัวอย่างดินเข้ากับน้ำโดยความชื้นเหลวของตัวอย่างดินมีลักษณะคล้ายปูนฉาบ
- 3) นำตัวอย่างดินใส่ถ้วยแล้วบากตัวอย่างดินด้วยเครื่องมือบากให้เป็นรอยบากในแนวตรงกลางหนา 1 เซนติเมตร
- 4) เคาะถ้วยทองเหลืองด้วยอัตรา 2 ครั้ง/วินาที จนกระทั่งดินตอนล่างของรอยบากเคลื่อนตัวมาบรรจบกันเป็นแนวยาว 1 เซนติเมตร แล้วบันทึกจำนวนเคาะ

- 5) ปาดแต่งตัวอย่างดินใหม่แล้วทดสอบการเคาะอีกครั้ง โดยหากการเคาะมีจำนวนครั้งเท่ากันหรือห่างกันไม่เกิน 2 ครั้ง ให้ใช้ค่าเฉลี่ย
- 6) นำดินตรงบริเวณรอยบากไปหาความชื้น (Water Content)
- 7) ผสมน้ำเพิ่มในตัวอย่างแล้วเคาะให้จำนวนลดน้อยลงชุดละประมาณ 10 ครั้งแล้วนำดินไปหาความชื้น (Water Content) โดยทดสอบจนได้จำนวนการเคาะประมาณ 4 ชุด
- 8) พล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการเคาะกับความชื้น (Water Content)
- 9) หาค่าความชื้น (Water Content) ระหว่างจำนวนครั้งการเคาะกับความชื้นโดยจำนวนครั้งของการเคาะ 25 ครั้งคือตำแหน่งของค่า Liquid Limit



Flow chart ขั้นตอนการทดลอง Liquid Limit

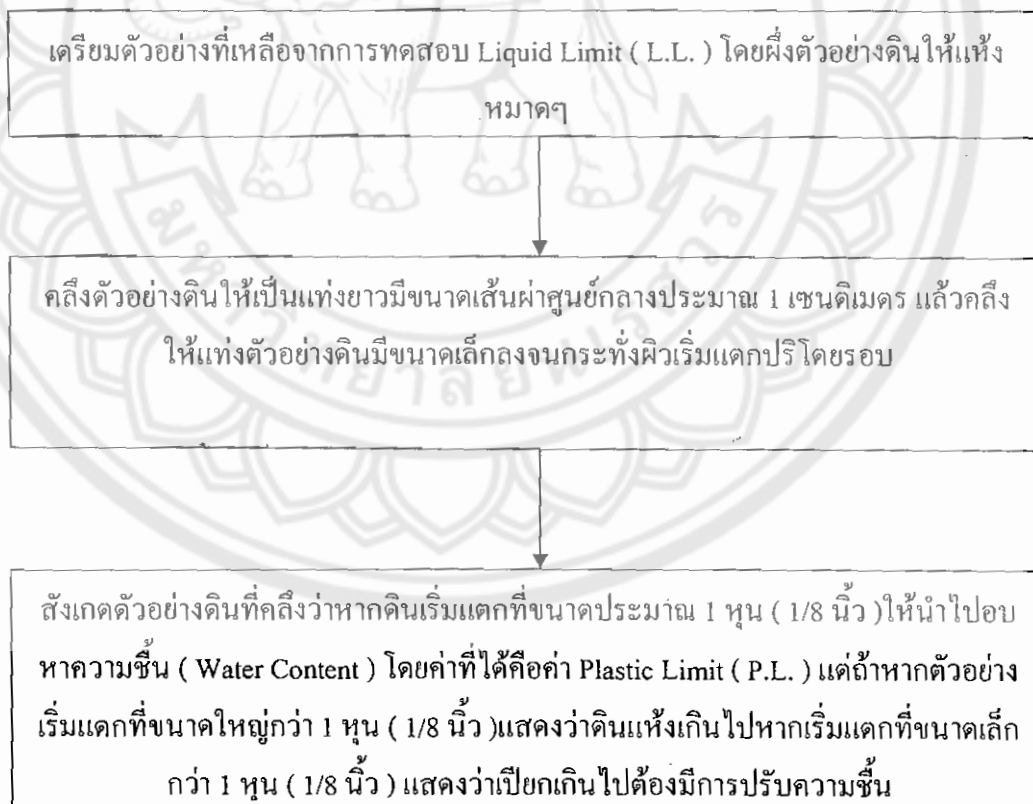


รูปที่ 3.2 Flow chart การทดลอง Liquid limit

Plastic Limit

- 1) เตรียมตัวอย่างที่เหลือจากการทดสอบ Liquid Limit (L.L.) โดยฝั่งตัวอย่างดินให้แห้งหมาดๆ
- 2) คลึงตัวอย่างดินให้เป็นแท่งยาวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วคลึงให้แท่งตัวอย่างดินมีขนาดเล็กลงจนกระทั่งผิวเริ่มแตกปริโคยรอบ
- 3) สังเกตตัวอย่างดินที่คลึงว่าหากดินเริ่มแตกที่ขนาดประมาณ 1 หุน (1/8 นิ้ว) ให้นำไปอบหาความชื้น (Water Content) โดยค่าที่ได้คือค่า Plastic Limit (P.L.) แต่ถ้าหากตัวอย่างเริ่มแตกที่ขนาดใหญ่มากกว่า 1 หุน (1/8 นิ้ว) แสดงว่าดินแห้งเกินไปหากเริ่มแตกที่ขนาดเล็กกว่า 1 หุน (1/8 นิ้ว) แสดงว่าเปียกเกินไปต้องมีการปรับความชื้น

Flow chart ขั้นตอนการทดลอง Plastic Limit



รูปที่ 3.3 Flow chart การทดลอง Plastic limit

3.4 การหาค่า Water content ของดินตัวอย่าง

3.4.1 เครื่องมือการทดลอง

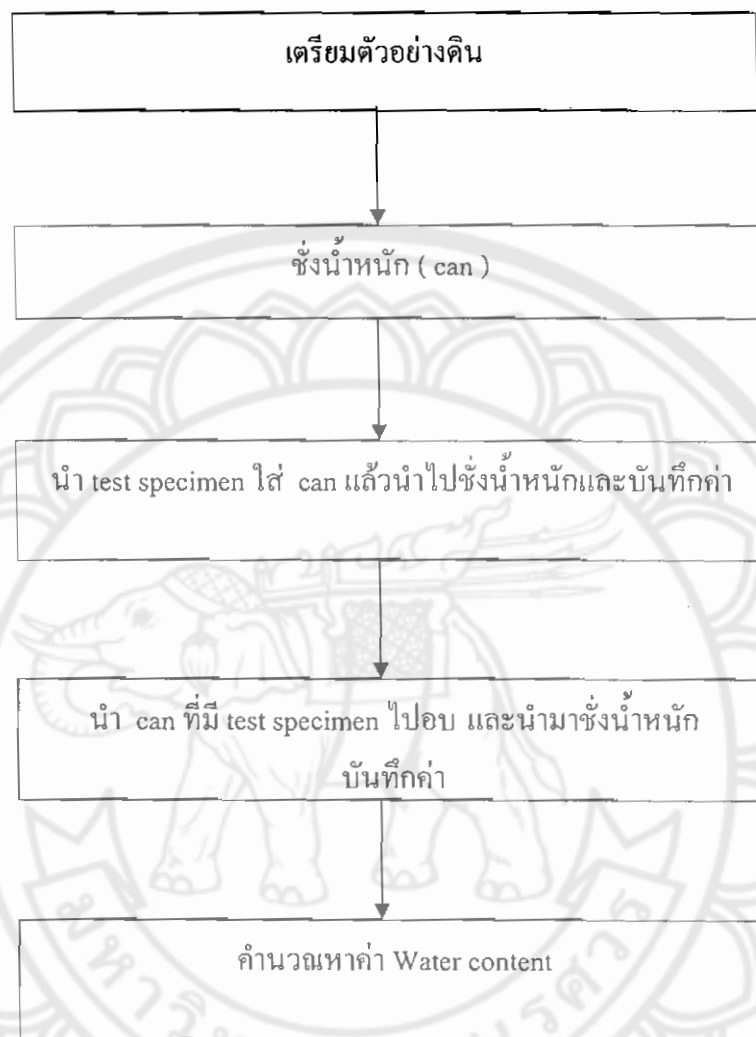
- 1) กระจกใสตัวอย่างดิน (can)
- 2) เตาอบ (oven) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้สูงถึง 105° c ได้อย่างสม่ำเสมอ
- 3) ตาชั่ง (balance) ที่สามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างละเอียดถึง 0.01 กรัม

3.4.2 ขั้นตอนการทดลอง

- 1) เตรียมตัวอย่างดิน (เบียด) ที่จะใช้ทดสอบ (soil test specimen)
- 2) ชั่งน้ำหนัก (can) ที่จะใช้ใส่ test specimen ให้เป็น W_c
- 3) นำ test specimen ใส่ can แล้วนำไปชั่งน้ำหนักและบันทึกค่าเป็น W_{cws}
- 4) นำ can ที่มี test specimen ไปอบที่อุณหภูมิ 105 – 110 องศา เป็นเวลา 15 -24 ชั่วโมง
- 5) นำ can และ test specimen ที่อบแห้งแล้วมาชั่งน้ำหนัก ให้เป็น W_{cDs}
- 6) คำนวณหาค่า Water content จากสมการ

$$\begin{aligned} \omega &= W_w / W_s * 100\% \\ &= (W_{cws} - W_{cDs}) / W_s * 100\% \end{aligned}$$

Flow chart ขั้นตอนการทดลอง Water content



รูปที่ 3.4 Flow Chart การทดลอง Water content Determination

3.5 การทดสอบคอนกรีตบดอัด (Compaction Determination)

3.5.1 อุปกรณ์การทดสอบ

- 1) แบบหล่อดิน (Compaction)
- 2) ค้อนบดอัด (Hammer)
- 3) ตะแกรงร่อน เบอร์ 4 (Standard Proctor Test)
- 4) ค้อนยาง,แปรงอ่อนใช้ปิดดิน
- 5) ช้อนตักดิน
- 6) บรรทัดเหล็กปาดดิน
- 7) ถาดผสมดิน
- 8) ตาชั่ง ชั่งได้ละเอียด 0.1 กรัม และ 0.01 กรัม
- 9) เตาอบ (Oven) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้สูงถึง 105 องศาเซลเซียส
- 10) กระป๋องใส่ตัวอย่างดิน
- 11) เครื่องดันตัวอย่างดิน
- 12) กระบวกดวง

3.5.2 วิธีการทดสอบ

A. การเตรียมตัวอย่างก่อนทดสอบ (Standard Proctor Test)

- 1) นำตัวอย่างดินที่ตากให้แห้งหรืออบที่อุณหภูมิไม่เกิน 140 องศาเซลเซียส ประมาณ 24 ชม.
- 2) นำตัวอย่างดินที่ตากแห้งแล้วมาร้อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4

Flow chart การเตรียมตัวอย่างก่อนทดสอบ (Standard Proctor Test)



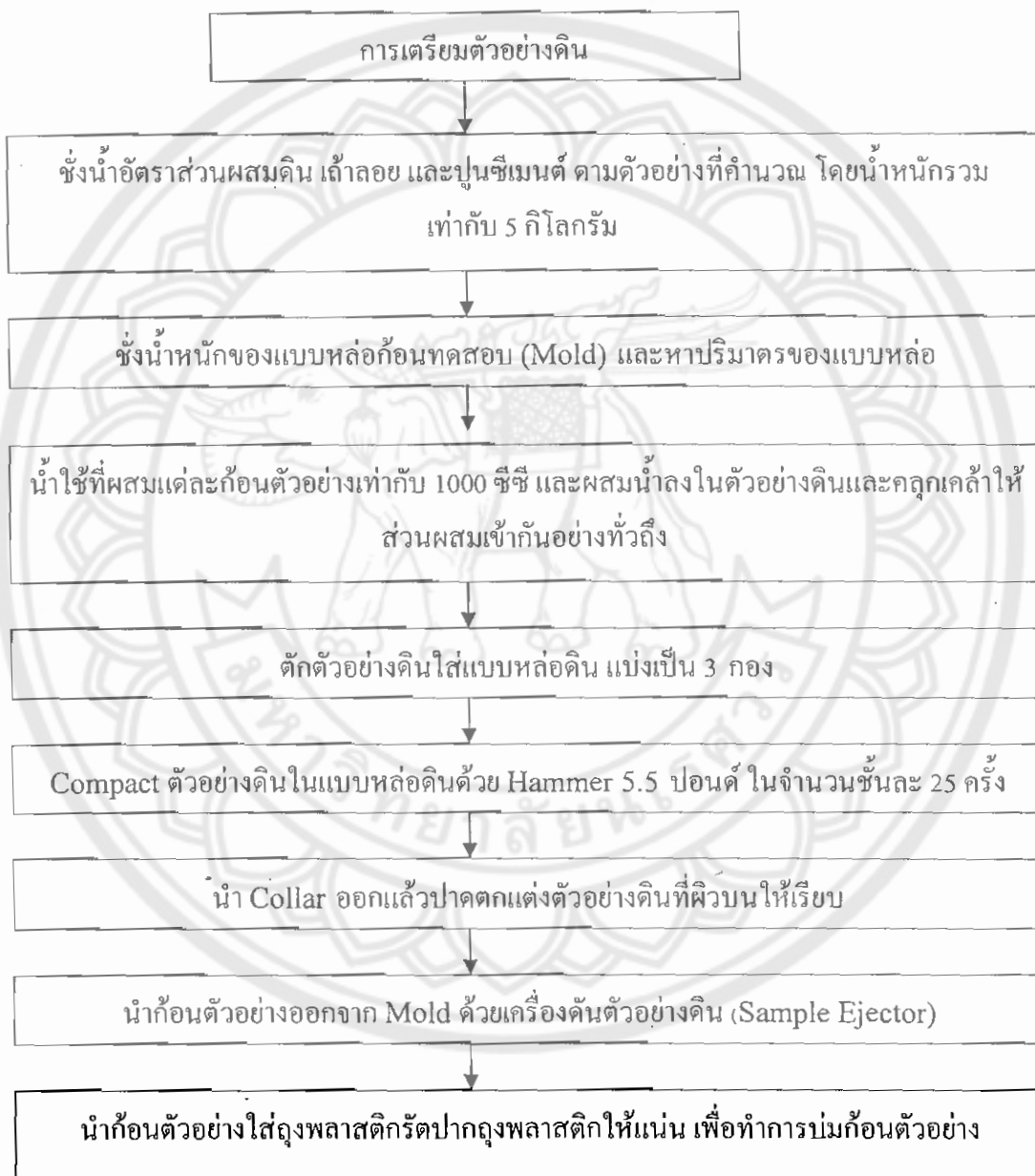
รูปที่ 3.5 Flow chart การเตรียมดินในการทดลอง Standard Proctor Test

B. วิธีการทดสอบการคอนกรีตบดอัด (Standard Proctor Test)

- 1) การเตรียมตัวอย่างดิน
- 2) ชั่งน้ำอัตราส่วนผสมดิน etailoy และปูนซีเมนต์ ตามตัวอย่างที่คำนวณ โดยจะแบ่งตัวอย่างตามอัตราส่วนคือ 50 : 50, 60 : 40, 70 : 30, 80 : 20 โดยน้ำหนักรวมต้องน้อยกว่า 3 กิโลกรัม
- 3) ชั่งน้ำหนักของแบบหล่อก่อนทดสอบ (Mold) และหาปริมาตรของแบบหล่อก่อนทดสอบ
- 4) นำใช้ที่ผสมแต่ละก้อนตัวอย่างเท่ากับ 600 ซีซี และผสมน้ำลงในตัวอย่างดินและคลุกเคล้าให้ ส่วนผสมเข้ากันอย่างทั่วถึง
- 5) ตักตัวอย่างดินใส่แบบหล่อดิน แบ่งเป็น 3 ชั้น เมื่อ Compact แล้วให้ชั้นสุดท้ายเหลือพื้นปากแบบหล่อดินประมาณ 1-2 เซนติเมตร
- 6) Compact ตัวอย่างดินในแบบหล่อดินด้วย Hammer 5.5 ปอนด์ ในจำนวนชั้นละ 25 ครั้ง
- 7) นำ Collar ออกแล้วปาดตกแต่งตัวอย่างดินที่ผิวบนให้เรียบ
- 8) นำก้อนตัวอย่างออกจาก Mold ด้วยเครื่องดันตัวอย่างดิน (Sample Ejector)
- 9) นำก้อนตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกรัดปากถุงพลาสติกให้แน่น เพื่อทำการบ่มก้อนตัวอย่าง
- 10) ทดสอบ Strength ของก้อนตัวอย่าง ที่ 7 วัน 14 วัน 21 วัน 28 วัน และ 40 วัน ด้วยเครื่องทดสอบ

- 11) หาค่า Strength ของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบดอัดที่สูงสุดในอัตราส่วนผสมใดและศึกษาการพัฒนากำลังอัด

Flow chart วิธีการทดสอบการคอนกรีตบดอัด (Standard Proctor Test)



รูปที่ 3.6 Flow chart การทดลอง Standard Proctor Test

3.6 สรุปขั้นตอนการทดสอบ

- 1) เตรียมดินพินญโลกและนำไปอบที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 2) นำดินมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 และนำดินไปคุณสมบัติของดิน (Specific Gravity , Atterberg's limit , Water content)
- 3) หาปริมาณน้ำที่จุด Optimum moisture content ของดิน
- 4) นำผสมทั้งหมด คือดิน ullaoy และปูนซีเมนต์มาซึ่งตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้
- 5) นำส่วนผสมทั้งหมดมาผสมโดยคลุกเคล้าให้เข้ากัน
- 6) ทำการบดอัดดินที่ผสมแล้วโดยวิธี Standard Proctor test
- 7) นำแท่งตัวอย่างที่ได้มาบ่มด้วยถุงพลาสติก
- 8) ทดสอบหากำลังอัดของก้อนตัวอย่างที่ระยะเวลา 7 , 14 , 21 , 28 และ 40 วัน
- 9) นำค่าที่ได้มาพลอตกราฟเพื่อศึกษาการพัฒนาของกำลังอัดของก้อนตัวอย่าง



Flow chart สรุปวิธีการทดสอบ



รูปที่ 3.7 Flow chart สรุปการทดลอง